

Universidade Municipal de São Caetano do Sul
Escola Politécnica da USCS
Curso Superior de Graduação em Ciência da Computação

Breno Botelho Angeli
Fernando Ferreira Sanches
Matheus Crivelari Nadiak
Renan Robson de Almeida
Vinicius Lucas Rodrigues

GapTrash : Reciclagem Inteligente na Gestão de Resíduos.

São Caetano do Sul – SP
2024



Universidade Municipal de São Caetano do Sul
Escola Politécnica da USCS
Curso Superior de Graduação em Ciência da Computação

GapTrash : Reciclagem Inteligente na Gestão de Resíduos.

Breno Botelho Angeli	RA: 8092069
Fernando Ferreira Sanches	RA: 8164315
Matheus Crivelari Nadiak	RA: 8095268
Renan Robson de Almeida	RA: 8098069
Vinicius Lucas Rodrigues	RA: 8098016

São Caetano do Sul – SP

2024

Universidade Municipal de São Caetano do Sul
Escola Politécnica da USCS
Curso Superior de Graduação em Ciência da Computação

Breno Botelho Angeli
Fernando Ferreira Sanches
Matheus Crivelari Nadiak
Renan Robson de Almeida
Vinícius Lucas Rodrigues

GapTrash : Reciclagem Inteligente na Gestão de Resíduos.

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Universidade Municipal de São Caetano do
Sul, como requisito parcial para a obtenção
do Título de Bacharel em Ciência da Compu-
tação.

Prof. José Valentin Iglesias Pascual

São Caetano do Sul – SP
2024

GapTrash : Reciclagem Inteligente na Gestão de Resíduos.

/

Breno Botelho Angeli

Fernando Ferreira Sanches

Matheus Crivelari Nadiak

Renan Robson de Almeida

Vinícius Lucas Rodrigues . – São Caetano do Sul – SP, 2024.

25f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. José Valentin Iglesias Pascual

TCC (Graduação) – Universidade Municipal de São Caetano do Sul

Escola Politécnica da USCS

Curso Superior de Graduação em Ciência da Computação, 2024.

1. Tecnologia. 2. Reciclagem. 3. Inteligencia Artificial. 4. Redes Neurais. 5. Automação. I. Orientador.
II. Universidade Municipal de São Caetano do Sul. III. Ciência da Computação. IV. GapTrash

-

REITOR DA UNIVERSIDADE MUNICIPAL DE SÃO CAETANO DO SUL

Prof. Dr. Leandro Campi Prearo

PRÓ-REITOR DE GRADUAÇÃO

Prof. Me. Silton Marcell Romboli

GESTORA DOS CURSOS DE COMPUTAÇÃO

Profa. Ma. Cilene Aparecida Mainente

Universidade Municipal de São Caetano do Sul

GapTrash : Reciclagem Inteligente na Gestão de Resíduos.

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Municipal de São Caetano do Sul, como requisito parcial para a obtenção do Título de Bacharel em Ciência da Computação, composta pela banca examinadora:

Prof. José Valentin Iglesias Pascual
Orientador

Professor 1
Universidade Municipal de São Caetano do
Sul (USCS)

Professor 2
Universidade Municipal de São Caetano do
Sul (USCS)

São Caetano do Sul – SP, 01 de janeiro de 2024

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador, Prof. José Valentin Iglesias Pascual, por todos os conselhos, pela paciência e ajuda nesse período. Aos meus amigos...

Agradecemos a todos os professores da Universidade Municipal de São Caetano do Sul por proporcionarem a oportunidade de desenvolver cada vez mais nossos conhecimentos tácitos e explícitos, especialmente aos professores: Fabrício Ricardo Perrella, Ícaro de Paula Freitas e Luísa Veras De Sandes Guimarães.

Agradecemos também a esta universidade, seu corpo docente e administração que oportunizaram e apoiaram o crescimento pessoal e profissional do grupo, permitindo a troca de experiências para alcançar o amadurecimento acadêmico.

Resumo

O desenvolvimento do trabalho visa propor uma solução para os problemas das cooperativas de lixo da grande São Paulo com a baixa produtividade de reciclagem mesmo com altos índices de produção de resíduos sólidos. A iniciativa propõe utilizar tecnologias avançadas, com um software responsável por detectar o tipo do resíduo reciclável e em seguida direcioná-lo para seu respectivo setor de forma autônoma, confiável e segura. Os objetivos englobam aumentar a capacidade de reciclagem comparado a atualidade. O projeto apresenta um potencial significativo para melhorar o desempenho das cooperativas de lixo da grande São Paulo, aumentar a produção de reciclagem e contribuir para o meio ambiente.

Palavras-chaves: Meio ambiente, cooperativas de lixo, reciclagem, tecnologia avançada e software.

Abstract

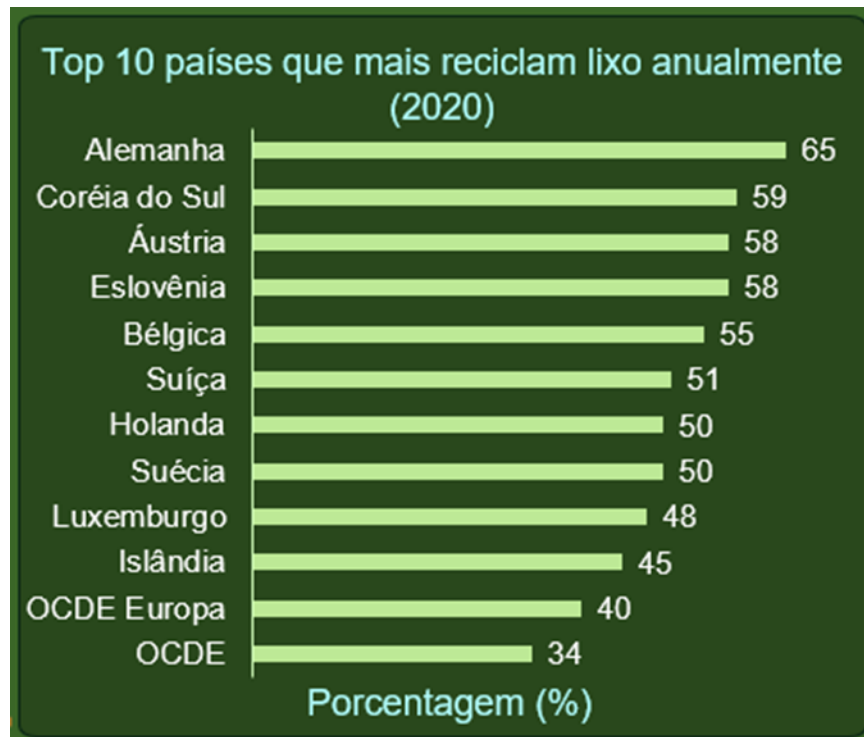
The aim of this project is to propose a solution to the problems faced by waste cooperatives in the greater São Paulo area, where recycling productivity is low despite the high rates of solid waste production. The initiative proposes using advanced technologies, with software responsible for detecting the type of recyclable waste and then directing it to its respective sector autonomously, reliably and safely. The objectives include increasing recycling capacity compared to today. The project has significant potential to improve the performance of waste cooperatives in the greater São Paulo area, increase recycling production and contribute to the environment.

Keywords: Environment, waste cooperatives, recycling, advanced technology and software.

Lista de Ilustrações

Figura 1 – Empresas que possuem filiais. (Os autores, 2024)	20
Figura 2 – Pessoas que trabalham em empresas que possuem internet. (Os autores, 2024)	21
Figura 3 – A empresa possui automação na separação dos lixos recicláveis. (Os autores, 2024)	22
Figura 4 – Quantidade de funcionários na empresa. (Os autores, 2024)	22

Lista de Tabelas



Sumário

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Objetivos	15
1.2	Justificativa	15
1.3	Delimitação do estudo	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	Gestão de Resíduos Sólidos	16
2.2	Desafios	16
2.3	Legislação e Políticas Públicas	16
2.4	Tecnologia e inovação	16
2.5	Perspectiva futuras	17
2.6	Engenharia de Software	17
2.7	Desenvolvimento de Algoritmo	17
2.8	Python/C++	17
2.9	Engenharia de Requisitos funcionais e não funcionais	18
2.10	Machine Learning para aprendizado de imagens	18
2.11	Redes Neurais	18
2.12	CNN	19
3	PESQUISA/AMOSTRAGEM	20
4	DESENVOLVIMENTO	23
4.1	Requisitos do Sistema	23
4.2	Cronograma de Projeto	23
4.3	Desenho da Arquitetura do Software	23
4.4	Desenho do Projeto de Banco de Dados	23
4.5	Implementação	23
5	TESTES	24
5.1	Planos de Testes	24
5.2	Cenários de Testes	24

1 Introdução

O processo de reciclagem brasileiro possui muitos desafios, com a gestão complexa e somente 4 por cento de todos os resíduos são reciclados. A proposta do grupo é a criação de um algoritmo implementado em um software aplicativo, para otimizar o processo de reciclagem de uma Cooperativa de reciclagem na cidade de São Paulo.

1.1 Objetivos

O objetivo geral do grupo será a criação de um algoritmo para otimizar o processo de reciclagem de uma Cooperativa de Reciclagem na cidade de São Paulo.

Os objetivos específicos envolvem a criação de um algoritmo que será disponibilizado em um software aplicativo, para melhoria da separação dos diferentes tipos de resíduos e a contabilização desses resíduos selecionados.

1.2 Justificativa

Com a implantação do nosso algoritmo, a separação dos materiais recicláveis no momento da reciclagem, se tornará mais eficiente.

A melhoria da produtividade dos processos de reciclagem, contribuirá de forma significativa para a Cooperativa de Reciclagem da pesquisa.

1.3 Delimitação do estudo

Solução eficiente para auxiliar na identificação de resíduos recicláveis, para uma empresa Cooperativa de coleta dos resíduos sólidos, na cidade de São Paulo.

2 Referencial Teórico

O Referencial teórico do Trabalho de Conclusão de Curso I envolve a pesquisa sobre dois grandes temas: Gestão de Resíduos Sólidos e Engenharia de Software.

2.1 Gestão de Resíduos Sólidos

Segundo Filho e Soler (2019), o Brasil enfrenta desafios significativos em relação à gestão de resíduos sólidos. A quantidade de resíduos gerados é alta e a taxa de reciclagem ainda é baixa. Estima-se que apenas cerca de 3 a 4 por cento de todos os resíduos produzidos no país são efetivamente reciclados (G1, 2023).

2.2 Desafios

Os autores Szigethy e Antenor (2020), afirmam que existem vários fatores que contribuem para a taxa de reciclagem no Brasil como: barreiras econômicas e regulatórias; falta de infraestrutura adequada para coleta e reciclagem; baixa conscientização da população sobre a importância da reciclagem; dificuldades logísticas e de transporte.

2.3 Legislação e Políticas Públicas

Nos últimos anos, o Brasil implementou leis e políticas para incentivar a reciclagem e melhorar a gestão de resíduos. Em termos preliminares, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), encaminhada em 2010, propõe uma base para a gestão integrada de resíduos sólidos, colocando em primeiro lugar a redução, reutilização e reciclagem (SZIGETHY, ANTENOR, 2020).

2.4 Tecnologia e inovação

Filho e Soler (2019) analisam que a tecnologia desempenha um papel cada vez mais importante na melhoria da reciclagem no Brasil. Isso inclui o desenvolvimento de aplicativos para simplificar a reciclagem, a tecnologia de triagem automatizada em centros de reciclagem, e a implementação de sistemas de coleta inteligente, entre outras soluções inovadoras.

2.5 Perspectiva futuras

Um desafio importante é desenvolver uma consciência crescente da importância da reciclagem, para a sustentabilidade ambiental e econômica da nação. Espera-se que a reciclagem no Brasil possa atingir níveis mais altos, contribuindo significativamente para a redução do impacto ambiental dos resíduos sólidos. Essa contribuição está associada com o aumento dos investimentos em infraestrutura, educação ambiental e tecnologia (SZIGETHY, ANTENOR, 2020).

2.6 Engenharia de Software

A engenharia de software possibilita o desenvolvimento de software com alta qualidade, de forma sistemática, eficiente e confiável (PRESSMAN, MAXIM, 2019).

2.7 Desenvolvimento de Algoritmo

Os autores Pressman e Maxim (2019) afirmam que, um algoritmo é uma série de passos lógicos que devem ser seguidos para resolver um problema ou executar uma tarefa. Ela contém os ingredientes necessários (dados de entrada), as etapas fáceis para realizar a receita (processamento ou instruções lógicas) e um resultado, que é o prato finalizado. É essencial entender que o algoritmo deve ter um objetivo específico, pois se justifica o resultado que espera alcançar.

2.8 Python/C++

Python é uma linguagem de programação muito utilizada em projetos voltados para inteligência artificial devido à sua simplicidade na sintaxe e por possuir uma biblioteca bem robusta. A biblioteca padrão do Python é um conjunto de módulos incluído em todas as instalações do Python” (MATTHES, 2023). Matthes (2023) analisa que o desenvolvimento e treinamento da IA, deve ser associado com as redes neurais, também conhecidas como CNNs ou Deep Learning. Para o desenvolvimento do mesmo, será utilizado algumas bibliotecas do Python como TensorFlow, Keras e OpenCV. O uso dessas bibliotecas facilitam a implementação, o treinamento e a avaliação de modelos de aprendizado profundo. Além disso, a comunidade do Python é bem ativa, onde constantemente levantam novas implementações de bibliotecas e melhorias, um dos diversos sites que contém essa comunidade é o Stack-Overflow. A importância do site Stack-Overflow está associado com a sua grande popularidade, envolvendo tutoriais e guias com perguntas e respostas para programadores.

Frequentemente é referenciado, na primeira página de resultado de pesquisas relacionadas à Python.

C++ é uma linguagem de programação conhecida por sua eficiência e desempenho, o objetivo está voltado para ser aplicado especificamente na automação do projeto (McGREGOR, 1999). No projeto de automação na gestão de resíduos, por gestões financeiras e pelo aprendizado do mesmo no curso de Ciência da Computação da USCS a automação do projeto será constituído através de um microcontrolador Arduino. Tendo em vista que, a linguagem C++ é amplamente utilizada em aplicações que exigem controle preciso de hardware, com isso foi escolhido para programar o microcontrolador Arduino (McGREGOR, 1999). O microcontrolador Arduino é responsável pelo controle dos sensores e atuadores que realizam a separação dos materiais. Além disso, a linguagem C++ permite a escrita de código que pode ser executado rapidamente, garantindo que os sensores e atuadores respondam de forma imediata aos comandos. A integração entre C++ e Python permitiu que o projeto combinasse uma flexibilidade e uma potência da IA moldada em Python com a rapidez e responsividade do controle de hardware em C++ (McGREGOR, 1999; MATTHES, 2023).

2.9 Engenharia de Requisitos funcionais e não funcionais

Na Engenharia de Software, os objetivos funcionais e não funcionais são essenciais para a definição e concepção do sistema que está sendo desenvolvido. As autoridades particulares definem-se como funções particulares que o sistema deve executar. Os requisitos que não podem ser atendidos: O termo "requisitos não funcionais" refere-se a qualidades do sistema, como desempenho, segurança, usabilidade e confiabilidade, e não a suas funcionalidades (PRESSMAN, MAXIM, 2019).

2.10 Machine Learning para aprendizado de imagens

Uma área de aprendizado automático de imagens é focada no desenvolvimento de algoritmos e técnicas para que os computadores possam "aprender" a importância e entender imagens de maneira semelhante aos seres humanos (AWARI, 2023).

2.11 Redes Neurais

De acordo com Haykin (2003) as Redes Neurais simulam o funcionamento do cérebro humano. O cérebro humano processa informações inteiramente diferente do computador digital convencional. O cérebro pode ser associado com um computador al-

tamente complexo, não-linear e paralelo. As redes neurais são compostas por unidades interconectadas chamadas neurônios artificiais. Essas redes são capazes de aprender e generalizar a partir de dados, tornando-se ferramentas poderosas para diversas aplicações, como reconhecimento de padrões, previsão e classificação. A utilização de redes neurais fornece três propriedades úteis.

A primeira é a Não-linearidade, onde a rede neural não-linearidade é uma propriedade muito importante, particularmente se o mecanismo físico responsável pela geração do sinal de entrada for inerentemente não-linear. A segunda propriedade é o Mapeamento de Entrada-Saída, um paradigma que envolve a modificação dos pesos sinápticos de uma rede neural pela aplicação de um conjunto de amostras de treinamento rotuladas. Onde que cada tarefa consiste de um sinal de entrada único e de uma resposta desejada correspondente (HAYKIN, 2003).

Segundo Haykin (2003), a última propriedade é Adaptabilidade, como as redes neurais tem uma capacidade inata de se adaptar, é possível com que uma rede neural treinada para operar em um ambiente específico, pode ser facilmente retreinada para lidar com pequenas modificações nas condições operativas do ambiente.

O autor Haykin (2003) afirma que existem diferentes tipos de redes neurais, as redes neurais simples, conhecidas como redes neurais artificiais (ANNs), são formadas por uma camada de entrada, uma ou mais camadas ocultas e uma camada de saída. No entanto, para tarefas mais complexas, como processamento de imagens e reconhecimento de voz, redes mais elaboradas são necessárias, como as redes neurais convolucionais (CNNs).

2.12 CNN

As CNNs são uma classe especializada de redes neurais, voltadas para o processamento e análise de imagens. A principal característica das CNNs é a sua capacidade de extrair automaticamente características relevantes das imagens, como bordas, texturas e formas, através de operações de convolução (HAYKIN, 2003).

O processo de treinamento das CNNs resulta em um modelo altamente preciso, capaz de realizar tarefas complexas de reconhecimento e classificação de imagens, ou seja, quanto mais se apresenta imagens para o treinamento da mesma, mais preciso se torna sua eficácia (HAYKIN, 2003).

3 Pesquisa/Amostragem

Segundo Marconi e Lakatos (2022), a Metodologia Científica apresenta uma importância crucial para o bom desenvolvimento de uma Pesquisa Científica. Inicialmente será feita pesquisa bibliográfica dos conteúdos teóricos. Desenvolvido o levantamento das soluções existentes no mercado, que sejam similares ao protótipo proposto.

A Pesquisa de campo está planejada para ocorrer em uma Cooperativa de Reciclagem na Grande São Paulo, para levantamento dos requisitos funcionais e não funcionais do protótipo.

As autoras Marconi e Lakatos (2022) afirmam que as pesquisas realizadas têm uma grande importância no sucesso no projeto de pesquisa. O acompanhamento do desenvolvimento do projeto, permite garantia dos avanços do projeto e análise de sua eficácia com práticas.

A implantação do protótipo permite o desenvolvimento da análise dos resultados, demonstrando a efetivação dos benefícios propostos nos objetivos da pesquisa.



Figura 1 – Empresas que possuem filiais. (Os autores, 2024)

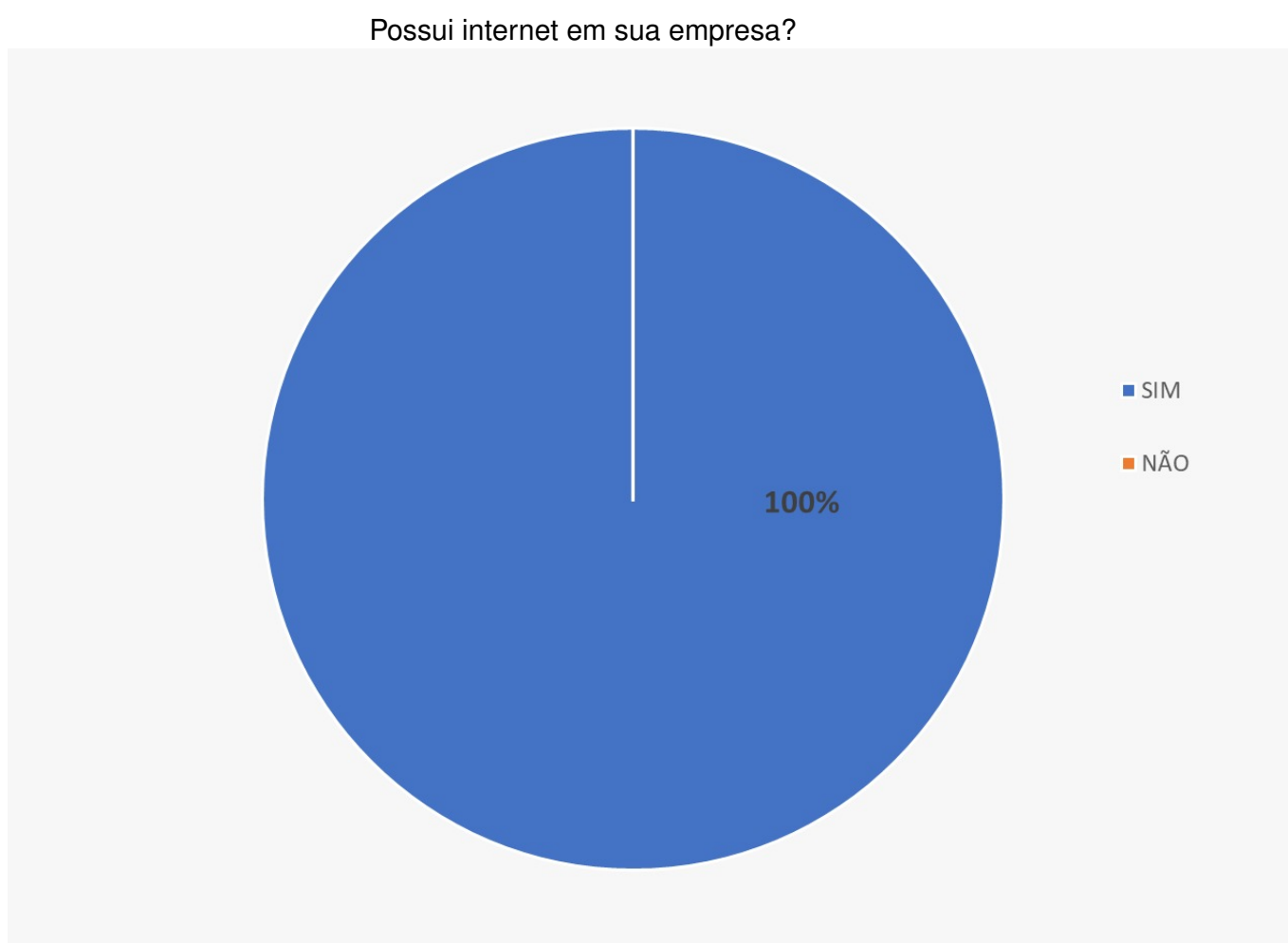


Figura 2 – Pessoas que trabalham em empresas que possuem internet. (Os autores, 2024)

A empresa possui automação na separação dos lixos recicláveis? Sim ou Não?

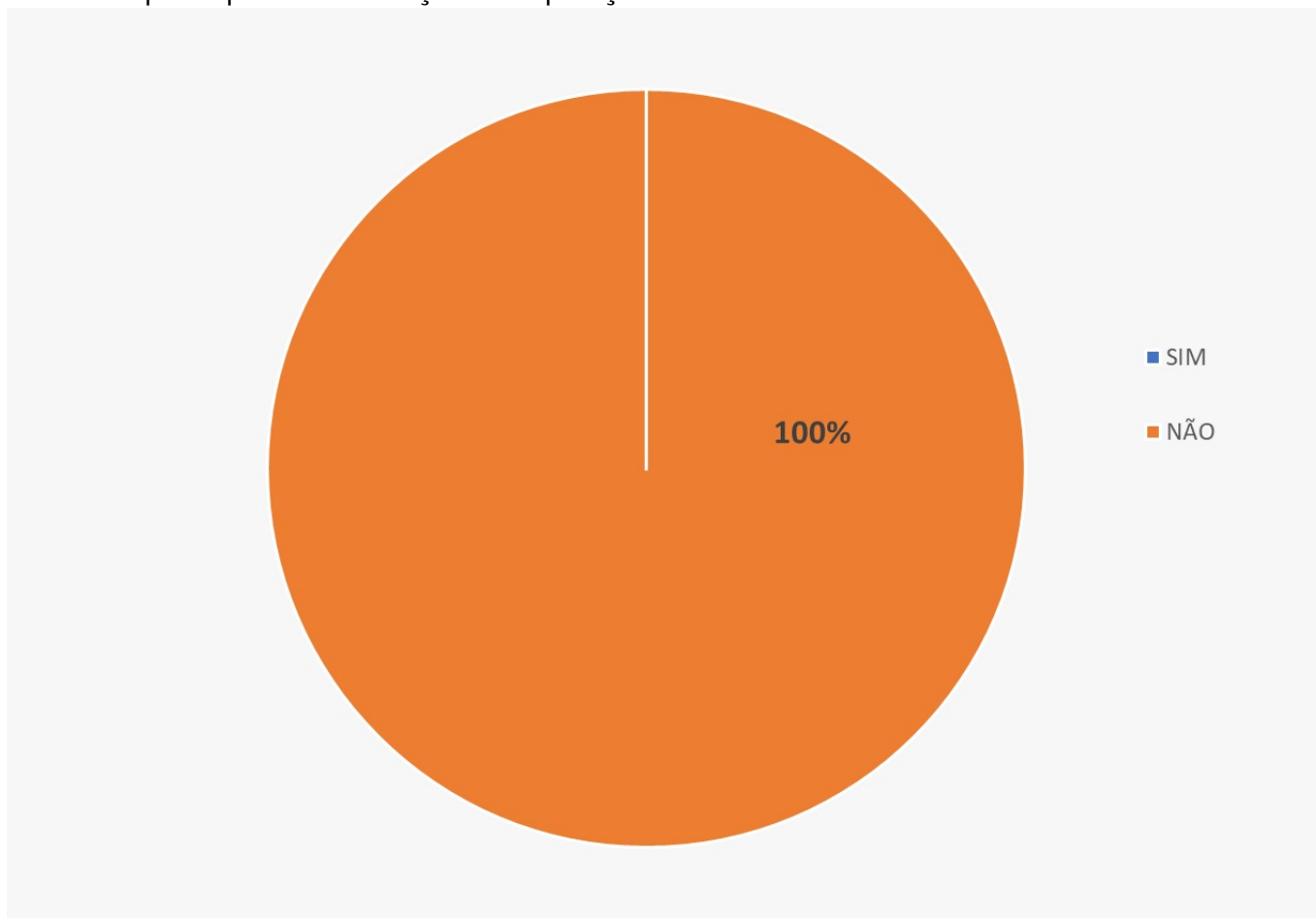


Figura 3 – A empresa possui automação na separação dos lixos recicláveis. (Os autores, 2024)

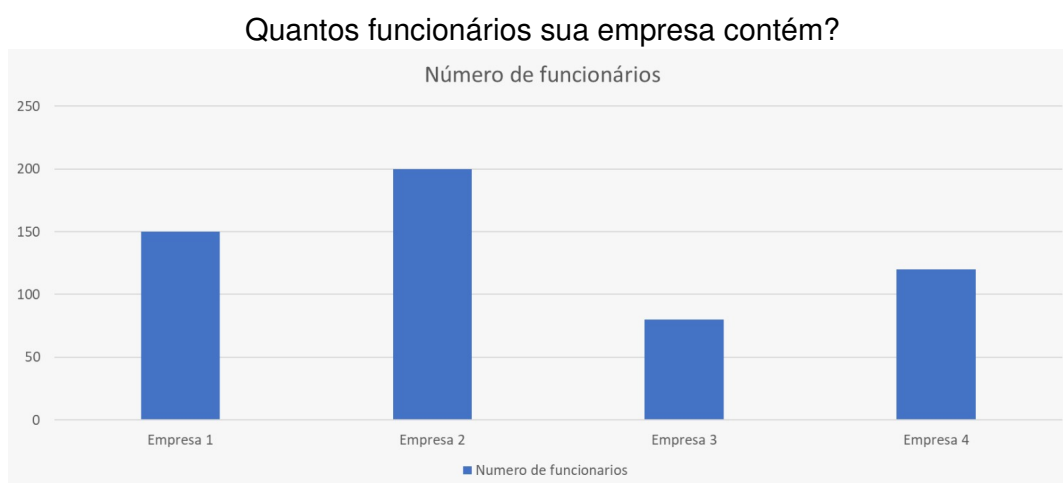


Figura 4 – Quantidade de funcionários na empresa. (Os autores, 2024)

4 Desenvolvimento

4.1 Requisitos do Sistema

Podendo ser casos de uso, estória de usuário e/ou lista de requisitos funcionais e não funcionais.

4.2 Cronograma de Projeto

Diagrama de Gantt contendo as atividades, papéis e responsabilidades dos participantes dos grupos.

4.3 Desenho da Arquitetura do Software

4.4 Desenho do Projeto de Banco de Dados

4.5 Implementação

Imagens de telas do Software e link do github contendo código fonte

5 Testes

Quais resultados foram obtidos depois dos testes. Estes resultados devem ser avaliados, considerando o referencial feito anteriormente.

5.1 Planos de Testes

5.2 Cenários de Testes

Referencias

AWARI. Aprenda sobre Machine Learning para Reconhecimento de Imagem. Awari, 09/08/2023. Disponível em: <https://awari.com.br>, acessado em 28/04/2024.

FILHO, C. R. S.; SOLER, F. D. Gestão de Resíduos Sólidos: o que diz a lei. 4. ed. atual. e rev. São Paulo: Trevisan editora, 2019.

G1. Dia Mundial da Reciclagem: 96 por cento dos resíduos produzidos no Brasil não são reaproveitados., São Paulo, 17/05/2023. Disponível em: <https://g1.globo.com>, acessado em 01/05/2024.

GEORGE, L. F. Inteligência Artificial: Estruturas e estratégias para soluções de problemas complexos. 4ª Edição. Porto Alegre: Bookman, 2004. HAYKIN, S. Redes Neurais: Princípios e práticas. 3ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. Metodologia Científica. atualização João Bosco Medeiros. 8. ed. Barueri:Atlas, 2022.

MATTHES, E. Curso intensivo de Python: Uma introdução prática e baseada em projetos à programação. 3ª. ed. São Paulo: Novatec, 2023.

McGREGOR, R. W. Pratical C++. Indianapolis: Que Pub, 1999.

MONK, S. Internet das coisas: uma introdução com o Python. tradução: Anatólio Laschuk. Porto Alegre: Bookman, 2018.

PORTAL INSIGHTS. Quais as técnicas mais conhecidas para o desenvolvimento de algoritmos?. Portal Insights. Disponível em <https://www.portalinsights.com.br>, acessado em 20/04/2024.

PRESSMAN, R. S.; MAXIM, B. R. Engenharia de Software: uma abordagem empresarial. 9ª. ed. Porto Alegre: AMGH, 2021.

SZIGETHY, L.; ANTENOR, S. Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. IPEA. Centro de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Sociedade, Brasil, 09/07/2020. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-deconteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicose-economicos>, acessado em 20/04/2024.